

Publication number: DE19636068

Publication date: 1998-05-28

Inventor: NOELSCHER CHRISTOPH DR (DE)

Applicant: SIEMENS AG (DE)

Classification:

- International: **B01J12/00; C01B3/38; H01M8/06; B01B1/00; H01M8/04; H01M8/12; H01M8/24; B01J12/00; C01B3/00; H01M8/06; B01B1/00; H01M8/04; H01M8/12; H01M8/24; (IPC1-7): C01B3/36; B01J12/00; C01B3/38; H01M8/06**

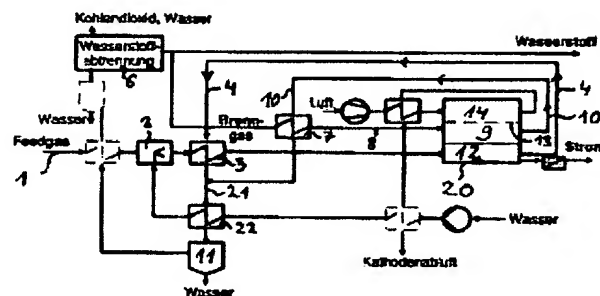
- European: B01J12/00P; C01B3/38; C01B3/38D; H01M8/06B2B

Application number: DE19961036068 19960905

Priority number(s): DE19961036068 19960905

Report a data error here

Apparatus for recovery of hydrogen and/or synthesis gas by endothermic partial oxidation and/or reforming comprises a reaction chamber integrated inside of a high temperature fuel cell so that heat exchange occurs between the chamber of inside of the cell. The chamber comprises gas inlet and outlet. The outlet is connected to an external gas purifier. Also claimed is a process for recovery of hydrogen and/or synthesis gas comprising passing the feed gas for the reaction via the gas inlet into the reaction chamber, partially cooling the fuel cell, and feeding the gas into the gas purifier.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 196 36 068 C 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
C 01 B 3/36
C 01 B 3/38
B 01 J 12/00
H 01 M 8/06

⑳ Aktenzeichen: 196 36 068.4-41
㉑ Anmeldetag: 5. 9. 96
㉒ Offenlegungstag: -
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 28. 5. 98

DE 196 36 068 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

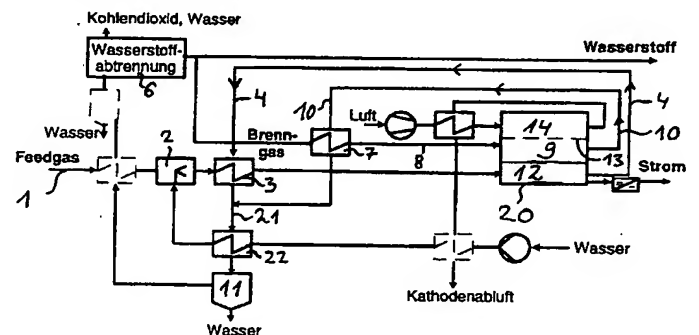
⑦2 Erfinder:
Nölscher, Christoph, Dr., 90419 Nürnberg, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	40 05 468 A1
US	50 84 362
US	45 24 113
EP	04 96 011 A1
EP	04 59 940 A1
EP	04 15 330 A2
WO	94 18 712

⑤4 **Vorrichtung und Verfahren zur Wasserstoff- und/oder Synthesegasgewinnung**

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Wasserstoff- und/oder Synthesegasgewinnung durch endotherme partielle Oxidation und/oder Reformierung, wobei der Energieverbrauch der endotherm ablaufenden Reaktion zur Kühlung einer Hochtemperaturbrennstoffzelle (HTBZ) nutzbar gemacht wird. Es wird eine Vorrichtung beschrieben, die im Inneren der HTBZ isolierte integrierte Gasräume (IGR) hat, in denen die Reformierreaktion stattfindet.



DE 196 36 068 C 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Wasserstoff- und/oder Synthesegasgewinnung durch endotherme partielle Oxidation und/oder Reformierung.

Es ist üblich, daß die Wärme von Brennstoffzellen, insbesondere von Hochtemperaturbrennstoffzellen (HTBZ), bei der Wasserstoff- und/oder Synthesegasgewinnung zur Bereitstellung der dafür benötigten Energie genutzt wird. Dieses Prinzip wird, beispielsweise bei der internen Reformierung, eingesetzt. Die bekannten Brennstoffzellensysteme, bei denen die Reformierreaktion im Inneren der Brennstoffzellen (also unter Ausnutzung der dort anfallenden Wärme) und ohne gastechnische Trennung zwischen Anoden- und Reaktionsraum für die Reformierreaktion, stattfindet, werden Direkt-Brennstoffzellen genannt. Diese Direkt-Brennstoffzellen (DBZ) enthalten für die zellinterne Reformierreaktion lediglich in der Anodenkammer zusätzlich zu dem (noch unreformierten) Brennstoff und den, beispielsweise bei den Karbonatbrennstoffzellen erforderlichen, Karbonat-Anionen einen Reformierkatalysator. Nachteilig bei der zellinternen Durchführung ist jedoch, daß die Reformierreaktion unter denselben Bedingungen, insbesondere bezogen auf den Gasdruck, durchgeführt werden muß, wie die Brennstoffzellenreaktion. Zudem ist nachteilig, daß sich im Anodenraum ein Gasgemisch und nicht reiner Wasserstoff befindet und somit der Wirkungsgrad der Anodenreaktion nicht optimal wird, weil sehr viele, an ihr nicht umsetzbare, Moleküle auf die Anode auftreffen.

Es besteht also ein Bedarf an einer Vorrichtung zur Wasserstoff- und/oder Synthesegasgewinnung sowie an einem Verfahren dazu, bei dem zwar die Wärme und/oder die Abwärme einer HTBZ ausgenutzt wird, das jedoch gleichzeitig eine Optimierung des Wirkungsgrades der Anodenreaktion der HTBZ ermöglicht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zur Wasserstoff- und/oder Synthesegasgewinnung sowie ein Verfahren dazu zur Verfügung zu stellen, bei dem hochreiner Wasserstoff in verfahrenstechnisch einfacher Weise unter Ausnutzung der Abwärme und bei gleichzeitiger Kühlung der HTBZ gewonnen werden kann.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist deshalb eine Vorrichtung zur Wasserstoff- und/oder Synthesegasgewinnung durch endotherme partielle Oxidation und/oder Reformierung, die mindestens einen Reaktionsraum mit jeweils einer Gas zu- und einer Gasableitung umfaßt, wobei der Reaktionsraum in thermischem Kontakt mit dem Inneren einer HTBZ steht, und an die Gasableitung aus dem Reaktionsraum eine Gasreinigungsanlage, die bevorzugt extern zu der HTBZ angeordnet ist, angeschlossen ist. Weiterhin ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Wasserstoff- und/oder Synthesegasgewinnung mittels endothermer partieller Oxidation und/oder Reformierung, bei dem der Energieverbrauch der endotherm ablaufenden Reaktion zur Kühlung einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle nutzbar gemacht wird.

Andere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung sowie den Figuren und den Erläuterungen dazu.

Die Vorrichtung wird so gestaltet, daß der Reaktionsraum für die Reformierreaktion (im Nachfolgenden auch IGR genannt) sich gastechnisch isoliert und innerhalb einer Batterie aus HTBZn befindet. Dadurch ist gewährleistet, daß der Druck im Reaktionsraum für die Reformierreaktion beliebig und unabhängig vom Druck in der HTBZ gewählt werden kann und der Katalysator für die elektrochemische Verbrennung in der Brennstoffzelle die Reformierung nicht beeinflusst.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß zumindest Teile der Innenwand des Reaktionsraumes für die Reformierreaktion entweder durch verschiedenen konzentrierte Belegung mit Katalysatormaterial, durch Belegung mit verschiedenen Katalysatormaterialien, die unterschiedlich aktiv sind, oder durch Oberflächengestaltung derart konstruiert sind, daß sie die Geschwindigkeit mit der die Reformierreaktion abläuft und/oder die Strömungsgeschwindigkeit mit der die Gase durch den Reaktionsraum fließen (und damit die umgesetzte Menge an Feedgas), steuern können. Dadurch ist auch der Verbrauch an Wärmeenergie im betroffenen Teil des Reaktionsraumes steuerbar.

Das Verfahren wird so durchgeführt, daß

- das Feedgas für die Reformierreaktion in einen Reaktionsraum geleitet wird,
- die Kühlung für die Brennstoffzelle zumindest teilweise über den thermischen Kontakt des Reaktionsraumes mit dem Inneren einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle erreicht wird und
- der Wasserstoff und/oder das Synthesegas aus dem Reaktionsraum in eine Gasreinigungsanlage abgeleitet werden.

Vorteilhaft ist auch eine Ausgestaltung der Erfindung, bei der das Verfahren so durchgeführt wird, daß die Temperatur im Inneren der HTBZ zumindest 500°C beträgt.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist, daß das Verfahren so durchgeführt wird, daß der bei der Reformierreaktion gewonnene Wasserstoff über eine Gasreinigungsanlage, in der Kohlendioxid und/oder Wasser abgetrennt werden, in den Anodenraum der gleichen HTBZ geführt wird. Dabei ist die Gasreinigungsanlage extern zu der HTBZ angebracht.

Als "Hochtemperaturbrennstoffzelle" oder abgekürzt "HTBZ" werden hier alle Brennstoffzellen bezeichnet, die bei einer Betriebstemperatur oberhalb 300°C, insbesondere oberhalb 500°C, arbeiten. Die bekanntesten Vertreter sind die Karbonat-Brennstoffzelle und die SOFC (Solid Oxid Fuel Cell). In beiden Fällen können die durch das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung gewonnenen Gase als Brennstoff eingesetzt werden. Allgemein wird auf das Buch "Brennstoffzellen" von Ledjeff (Müller Vlg, 1995) hingewiesen, dessen Offenbarungsgehalt hier als Wissen des Fachmanns vorausgesetzt wird.

Als "partielle Oxidation", "Reformierreaktion" oder "Reformierung" wird hier die Reaktion bezeichnet, bei der ein kohlenwasserstoffhaltiges Gas (Feedgas) zusammen mit Wasser und/oder CO₂ und/oder O₂ ein wasserstoffreiches Gas (bei partieller Oxidation entsteht u. U. überwiegend H₂ und CO) bildet, in der Regel mit einem beträchtlichen Gehalt an CO.

Als "Reaktionsraum für die Reformierreaktion" oder abgekürzt "IGR" wird ein sogenannter "isolierter integrierter Gasraum" Raum bezeichnet, in dem mit Hilfe eines Katalysators und einem Hilfsbetriebsmittel, z. B. Wasserdampf, das kohlenwasserstoffreiche Gas in wasserstoffreiches Gas (reiner Wasserstoff entsteht nicht, weil dieser nur mit Abtrennung (z. B. mit Membran), wenn auf der anderen Seite eine C-haltige Verbindung steht, entstehen kann) umgewandelt wird. Der Reaktionsraum ist bevorzugt so gestaltet, daß er gastechnisch dicht und druckstabil, aber gleichzeitig thermisch leitend und in eine HTBZ integrierbar ist.

Das Material eines IGR ist thermisch leitend und gegebenenfalls druckstabil bis zu 15 bis 300 bar Überdruck. Beispiele für geeignete Materialien sind Metalle, Keramiken, etc. Die Materialien können als solche, in Form von Mischungen oder in außen oder innen selektiv oder gleichmä-

Big beschichteter Form verwendet werden.

In einer Batterie von HTBZn oder in HTBZ-Blöcken sind im Regelfall mehrere IGR (z. B. ein IGR pro enthaltener Brennstoffeinzelzelle) enthalten. Die IGR können in einem HTBZ-Block beispielsweise in den Zwischenelementen (bipolaren Platten), zwischen den möglicherweise planaren (Fig. 2) einzelnen HTBZn, in röhrenförmigen HTBZn (Fig. 3) oder im Nachbrennraum einer z. B. halboffenen, planaren HTBZ (Fig. 4) untergebracht sein.

Die Röhren wiederum können beispielsweise in einem Modul aus Röhrenbrennstoffzellen zwischen die Röhrenbrennstoffzellen gepackt werden (Fig. 3) oder auch in den Nachverbrennungsraum einer Brennstoffzelle mit halboffenem Design (Fig. 4) integriert sein. Dieser Typ von HTBZ wird z. B. in der EP-PS 06 35 896 der Fa. Sulzer beschrieben.

Als HTBZ-"Modul", "-Stack" und/oder "-Block" wird hier eine Ansammlung mehrerer Brennstoffzellen bezeichnet, die eine Batterie bilden. Es kann sich dabei um eine geradezu beliebige Anzahl von einzelnen Brennstoffzellen handeln, die vorzugsweise in Serie geschaltet sind und die an eine, vorzugsweise gemeinsame, Gaszufuhr und Gasableitung gekoppelt sind.

Als "Feedgas" werden Gemische aus Kohlenwasserstoffen und Wasser und aus Kohlenwasserstoffen und Kohlendioxid, mit oder ohne Wasserbeimischung, u. U. mit Beimischung von Sauerstoff verstanden. Nur mit O₂ oder "O", also atomarem Sauerstoff von der Katalysatoroberfläche, kann die hier gemeinte, partielle Oxidation stattfinden. Insbesondere wird Erdgas sowie beliebige Mischungen aus Erdgas, Methan und anderen Kohlenwasserstoffgasen als Feedgas bezeichnet.

Es wird angestrebt, daß die Temperaturverteilung im Modul mit IGR so eingestellt ist, daß keine temporäre oder lokale Überhitzung, Unterkühlung oder zu hohe Temperaturgradienten auftreten. Dazu wird der IGR so gestaltet, daß er ein "variierend aktive Innen- und/oder Außenoberfläche" hat. Damit ist eine Konstruktion und Ausstattung des IGR gemeint, die je nach temporärem oder lokalem Bedarf an Kühlleistung in der HTBZ diesem, unter optimaler Ausnutzung der dabei freiwerdenden Wärmeenergie, gerecht wird.

Dazu hat der IGR beispielsweise an den Stellen, wo innerhalb der HTBZ leicht eine lokale Überhitzung (beispielsweise dem Brenngaseinlaß) entsteht, die Innenoberfläche so gestaltet, daß sowohl die Umsetzungsgeschwindigkeit der Reformierreaktion als auch die Menge an umgesetzten Gas, besonders hoch ist und somit die Kühlleistung, die der IGR dort der HTBZ zur Verfügung stellt, besonders groß wird. Dies kann durch spezielle Gestaltung der inneren Oberfläche des IGR und/oder durch besonders hohe Dichte an innerer Belegung mit Katalysatormaterial im IGR an diesen Stellen erfolgen. Denkbar ist auch bei temporärer Spitzenbelastung der HTBZ, daß gleichzeitig mit erhöhter Brennstoff- und Oxidanzufuhr in die HTBZ ein Automatismus eine erhöhte Reaktanzufuhr und Umsetzung im Innenraum der IGR bewirkt, so daß temporär die Kühlleistung der IGR in Teilen oder gesamt entsprechend der erhöhten Stromerzeugungsleistung der HTBZ gesteigert werden kann.

Die Kühlleistung der einzelnen IGR an bestimmaren Stellen kann innerhalb einer Batterie durch die Gestaltung und/oder Belegung mit Katalysator der Innen- und/oder Außenoberfläche der IGR individuell verschieden oder gleich eingestellt werden. Die Gestaltung der Oberflächen kann durch Wellungen oder integrierte Noppen, Kegel stumpfe oder was es sonst noch für Gestaltungsmöglichkeiten zur Vergrößerung der Oberfläche gibt, durchgeführt werden. Die genannten Oberflächenstrukturen stellen nicht nur mehr Platz zum Wärmeaustausch zur Verfügung sondern sie be-

einflussen auch das Strömungsverhalten der Gase, wodurch die Umsetzungsrate der endothermen Reaktion und damit der Wärmeenergieverbrauch beeinflussbar wird.

Im folgenden wird die Erfindung noch anhand von den Fig. 1 bis 5 näher beschrieben, die alle schematische Zeichnungen bevorzugter Ausgestaltungen von erfindungsgemäßen Vorrichtungen oder schematische Verfahrensfließbilder beinhalten. Die in den Figuren gezeigten Anordnungen der IGR sind nur beispielhaft und sollen den Umfang der Erfindung nicht auf diese Ausführungsformen beschränken. Die IGR können vielmehr zusätzlich oder alternativ auch an anderen Stellen der Module angebracht oder angeordnet sein.

Fig. 1 zeigt das Prinzip eines erfindungsgemäßen Moduls, bei dem eine Vorrichtung zur Wasserstoff- und/oder Synthesegasgewinnung einen IGR umfaßt, der in einer HTBZ integriert ist,

Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform, mit einer variierend aktiven Innenoberfläche des IGR,

Fig. 3 zeigt einen schematischen Querschnitt durch eine Anordnung von erfindungsgemäßen IGR in Röhrenauführung,

Fig. 4 zeigt ebenfalls eine beispielhafte Anordnung des erfindungsgemäßen Moduls, wobei die IGR im Nachbrennraum einer HTBZ untergebracht sind und

Fig. 5 zeigt schließlich das Verfahrensfließbild eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 1 zeigt das Prinzip einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und eines erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei lediglich schematisch die Bestandteile einer HTBZ 10 und einer Vorrichtung zur Gewinnung von Reformat dargestellt sind. Die Brennstoffzelleneinheit bestehend aus der Kathode 1, dem gestrichelt gezeichneten Elektrolyt 2 und der daran anschließenden Anode 3 liefert den über die Leitung 7 abnehmbaren Strom. Im Anschluß an die Anode 3 befinden sich die integrierten, aber gastechnisch von dem Anodenraum getrennten Gasräume IGR, in denen das Feedgas, beispielsweise Erdgas (mit Hilfsstoff, z. B. Wasserdampf), das über die Leitung 6 in die IGR gelangt, zum Reformat, d. h. zum Synthesegas umgesetzt wird. Schematisch ist dargestellt, was in dem gesamten Modul gleichzeitig passiert, daß Oxidans, beispielsweise Luft, über die Leitung 4 im Kathodenraum zur Kathodenabluft umgesetzt wird; Brennstoff, beispielsweise Wasserstoff, der aus dem im IGR erzeugten Reformat gewonnen wurde, über die Leitung 5 im Anodenraum zum Anodenabgas (in unserem Beispiel Wasserdampf/Wasserstoffgemisch) umgesetzt wird; und schließlich noch unter Ausnutzung der Wärme der HTBZ 10 und ihrer gleichzeitigen Kühlung Feedgas über die Leitung 6 im IGR zum Reformat umgesetzt wird.

Fig. 2 zeigt die beispielhafte konstruktive Ausführung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei eine variierend aktive Innenoberfläche der IGR gezeigt wird. Die IGR sind in den HTBZn so ausgestattet, daß die Reformierung links durch geringe Katalysator-Belegung oder gleichwirkende andere Mittel eher unterdrückt und rechts durch hohe Katalysator-Belegung etc. eher gefördert wird, da bei gleichmäßiger Katalysatorverteilung durch die hohe Umsetzungsrate am Gaseintritt (links) eine nachteilige Unterkühlung auftreten kann. Von links nach rechts sind zunächst senkrecht die Gasleitungsrohre zu erkennen, danach der schematisch gestapelte Aufbau der Brennstoffzelle mit zwischendrin den nicht schraffierten Räumen, die die IGR 1 darstellen. Die variierende Aktivität der Inneren Oberfläche der IGR wird durch die von links nach rechts ansteigende Schraffur 2, die zunehmend von links nach rechts in den IGR 1 hineinragt, dargestellt. Die schraffiert Fläche 3 zwischen dem Anodenraum 5 und dem Kathodenraum 6 stellt den Elektrolyten 3 dar. Direkt oberhalb des Elektrolyten 3 und angrenzend an

einen IGR 1 ist der Anodenraum 5 und unterhalb des Elektrolyten der Kathodenraum 6 der HTBZ gezeigt.

Fig. 3 zeigt einen schematischen Querschnitt durch eine Anordnung von Gasräumen einer erfindungsgemäßen Batterie in Röhrenauführung (Westinghouse-Design), wobei z. B. der Kathodenraum 1 sich innerhalb der Röhren mit den Elektroden befindet und der Raum, der die Röhren umgibt, der Anodenraum 2 ist. Die poröse Kathode kann z. B. die tragende Struktur der Röhre und kathodenseitige Stromableitung darstellen, auf die außen der gasdichte Elektrolyt, die poröse Anode und eine Stromableitung aufgebracht sind. Erfindungsgemäß sind in diesem Anodenraum 2 die schraffiert dargestellten Rohre 4, in denen die IGR für die Reformierreaktion untergebracht sind, angeordnet. Diese Rohre 4 sind beispielsweise aus thermisch leitendem und druckstabilem Material beschaffen, so daß innerhalb der Rohre ein völlig anderer, auch möglicherweise in erheblichem Unterschied zu dem umgebenden Druck stehender, Druck herrschen kann.

Fig. 4 zeigt wiederum einen schematischen Querschnitt durch eine Anordnung von Gasräumen innerhalb eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellenmoduls, bei dem die röhrenförmigen Reaktionsräume für die Reformierungsreaktion im Nachbrennraum 4 der Hochtemperatur-Brennstoffzelle mit halboffenem Design untergebracht sind. Die Reaktionsräume der Reformierungsreaktion IGR sind in diesem Ausführungsbeispiel röhrenförmig und (wie in Fig. 3) schraffiert gezeichnet. Dabei ist es nicht notwendig (ebensowenig wie im Ausführungsbeispiel der Fig. 3), daß die Röhren für die IGR alle gleichen Durchmesser oder Umfang haben. Sie können von beliebiger Gestaltung sein. Ein IGR kann aus mehreren verschiedenen oder nur aus einer Röhre bestehen. Anstatt, daß ein IGR in gerader Ausführung in dem Nachbrennraum 4 "steht", kann er auch genauso gut aus einem oder mehreren Rohren, die tangential entlang des Umfangs gewunden sind, bestehen.

Fig. 5 zeigt ein Verfahrensfließbild einer erfindungsgemäßen Anlage zur Wasserstoffgewinnung. Das Feedgas erreicht über die Leitung 1 den Dampfeinleiter 2 und den ersten Abgaswärmetauscher 3, indem das Feedgas mit der fühlbaren Wärme des wasserstoffreichen Gases aus dem Reaktionsraum für die Reformierungsreaktion, einem IGR 12, aufgeheizt wird. Es wird über die Leitung 4 aus dem IGR 12 in den Abgaswärmetauscher 3 geführt. Dieser ist in Leitung 4 bevorzugt mit einem Material ausgebildet oder versehen, das eine Shift-Reaktion katalytisch unterstützt. Dabei wird ein Teil des CO mit H₂O zu CO₂ und H₂ umgesetzt.

Über die Leitung 21 wird das Gas in den Wärmetauscher 22 oder Verdampfer 22 geführt und dabei weiter abgekühlt. Hier wird, wiederum katalytisch unterstützt, durch die Shift-Reaktion der CO-Gehalt weiter reduziert und der H₂-Anteil erhöht. In einem Kondensator 11 wird Wasser abgeschieden, das für die Dampfeinspeisung verwendet werden kann. Die Restwärme des Gases kann zur Vorwärmung des Feedgases verwendet werden, ein weiterer Wasserabscheider kann sich anschließen. Die Wasserstoffabtrennung kann durch physikalische oder chemische Verfahren erfolgen. Der erzeugte Wasserstoff, der sich im Reservoir 6 sammelt, kann extern genutzt werden. Ein Teil wird über die Leitung 8 in den Anodenraum 9 geleitet, wo er mit Sauerstoff, der durch den Elektrolyten 13 aus dem Kathodenraum 14 kommt, elektrochemisch verbrannt wird. Dabei wird Gleichstrom erzeugt. Das Anodenabgas aus H₂ und H₂O wird über die Leitung 10 und einen rekuperativen Wärmetauscher 7 in die Leitung 21 gespeist, d. h. dem Reformat zur Gasreinigung beigemischt. Bei Druckunterschieden muß er hierzu nachverdichtet werden. Es kann aber auch das Wasser separat auskondensiert und der verbleibende Wasserstoff mit Nachverdichter vor

dem Wärmetauscher 7 in die Leitung 8 geleitet werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung arbeitet also so, daß ständig Wasserstoff und Strom aus Feedgas erzeugt werden und die verwendete HTBZ dabei mit, im IGR 12 erzeugten und z. T. aus Anodenabgas gewonnenen, Wasserstoff, betrieben wird.

Erfindungsgemäß kann der Nettowirkungsgrad einer HTBZ erhöht werden, weil diese zum einen mit reinem Wasserstoff betrieben wird und zum anderen weil die interne Reformierung im Gegensatz zum Stand der Technik gastechnisch extern zum Betrieb der HTBZ stattfindet und somit unter einem Druck, beispielsweise dem einer Erdgasleitung (20 bar), der von dem in der HTBZ völlig verschieden ist, ablaufen kann. Der Druck kann vorteilhaft für die H₂-Abtrennung, z. B. in einer Membran oder durch Druckwechselabsorption erfolgen. Außerdem können die Innenoberflächen der Reaktionsräume derartig variabel gestaltet werden, daß sie in der HTBZ zeitlich und lokal optimale Kühlung unter gleichzeitiger Ausnutzung der bei der Kühlung gewonnenen Wärmeenergie leisten. Bei einer erfindungsgemäßen Stromerzeugungsanlage, bei der die HTBZ mit reinem Wasserstoff betrieben wird, der durch die Reformierung in den integrierten Gasräumen gewonnen wurde, kann der elektrische Bruttowirkungsgrad (η) bei 0,85 Volt ($0,85 \text{ Volt} / 1,25 \text{ Volt} \cdot 0,95 = 64,6\%$) betragen. Davon abziehen sind noch die Verluste durch Luft- und Wasserstoffverdichter, die ca. 2 bis 3% Punkte kosten.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Wasserstoff- und/oder Synthesegasgewinnung durch endotherme partielle Oxidation und/oder Reformierung, die mindestens einen Reaktionsraum hat, der gastechnisch isoliert im Inneren der HTBZ (Hochtemperaturbrennstoffzelle) so integriert ist, daß Wärmeaustausch zwischen dem Reaktionsraum und dem Inneren der HTBZ stattfindet, wobei der Reaktionsraum eine Gas zu- und eine Gasableitung umfaßt und an die Gasableitung eine externe Gasreinigungsanlage angeschlossen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Gasdruck in dem Reaktionsraum beliebig und unabhängig von dem Betriebsdruck der HTBZ ist.
3. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der zumindest ein Teil der Innenoberflächen des Reaktionsraumes mit Katalysator belegt ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der Umsatz an Feedgas und damit die Menge an benötigter Wärmeenergie innerhalb des Reaktionsraumes durch die örtliche Geometrie des Reaktionsraumes, insbesondere durch Erweiterungen, Verengungen und Oberflächengestaltung an der Innenseite des Reaktionsraumes, steuerbar und gegebenenfalls an den Kühlungsbedarf der Brennstoffzelle an der jeweiligen Stelle anpaßbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die Innenwände des Reaktionsraumes zumindest teilweise mit katalytisch aktivem Material belegt sind, wobei die Menge an Katalysatorbelegung innerhalb des Reaktionsraumes variabel und insbesondere dem Kühlungsbedarf der Brennstoffzelle an der jeweiligen Stelle anpaßbar ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der zumindest eine Gasableitung über die Gasreinigungsanlage in den Anodenraum der Hochtemperatur-Brennstoffzelle führt.
7. Verfahren zur Wasserstoff- und/oder Synthesegasgewinnung mittels endothermer partieller Oxidation

und/oder Reformierung, bei dem der Energieverbrauch der endotherm ablaufenden Reaktion zur Kühlung einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle nutzbar gemacht wird mit zumindest einem Reaktionsraum nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem 5

- das Feedgas für die Reaktion über die Gaszuleitung in den Reaktionsraum geleitet wird,
- die im Reaktionsraum stattfindende Reaktion zumindest teilweise die HTBZ kühlt und
- das Gas aus dem Reaktionsraum in die externe 10 Gasreinigungsanlage geleitet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die HTBZ eine Betriebstemperatur von mindestens 500°C hat.

9. Verwendung der Vorrichtung zur Wasserstoff- und/oder Synthesegasgewinnung nach einem der Ansprüche 15 1 bis 6 für eine Anlage zur Energieerzeugung.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

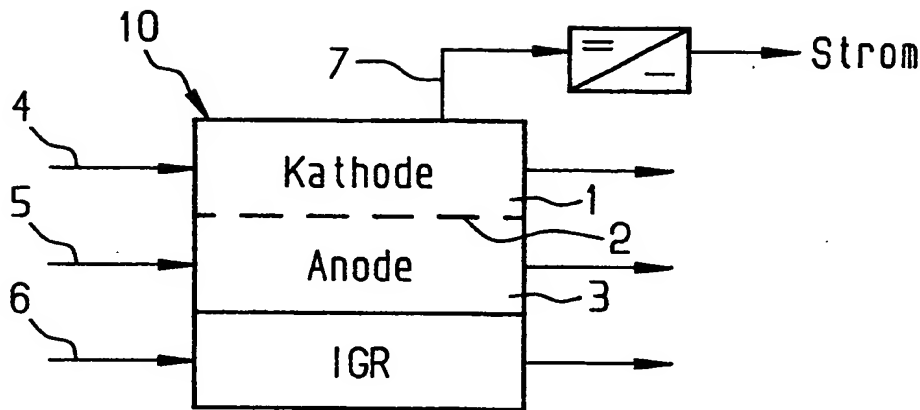


FIG 2

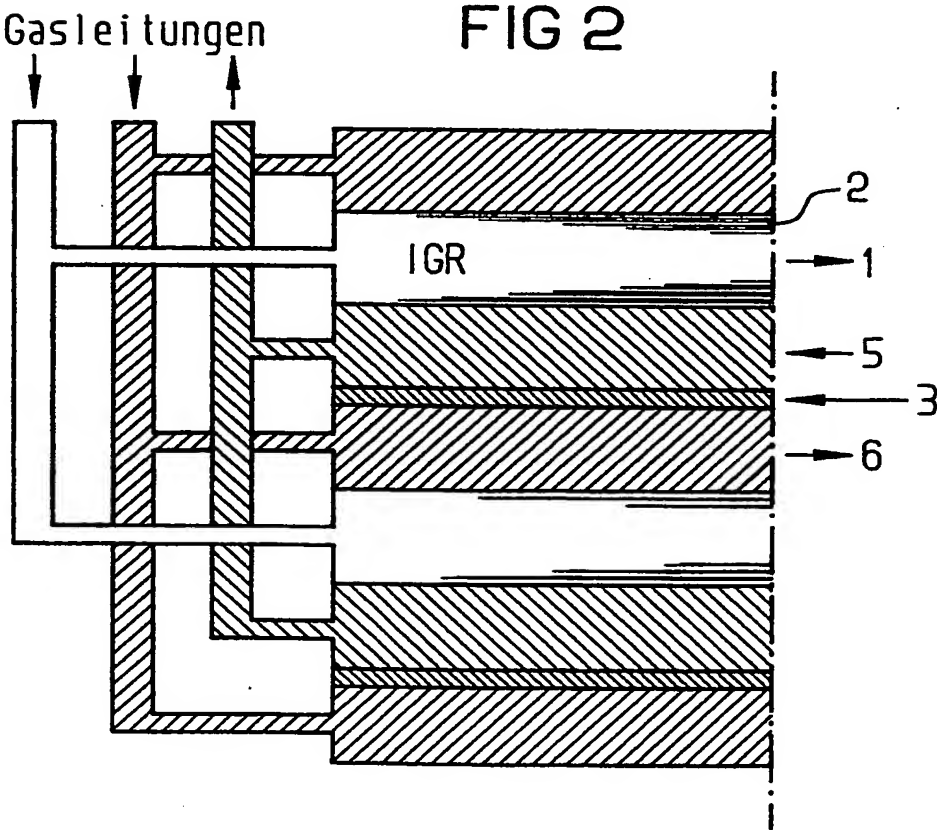


FIG 3

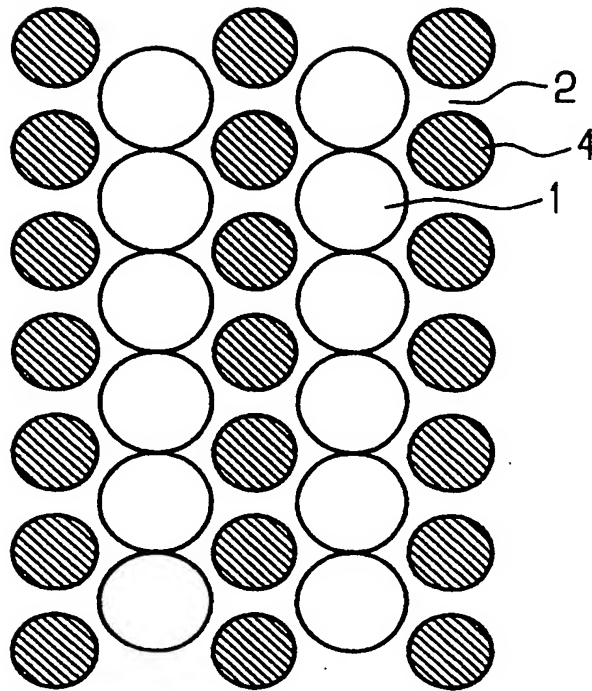
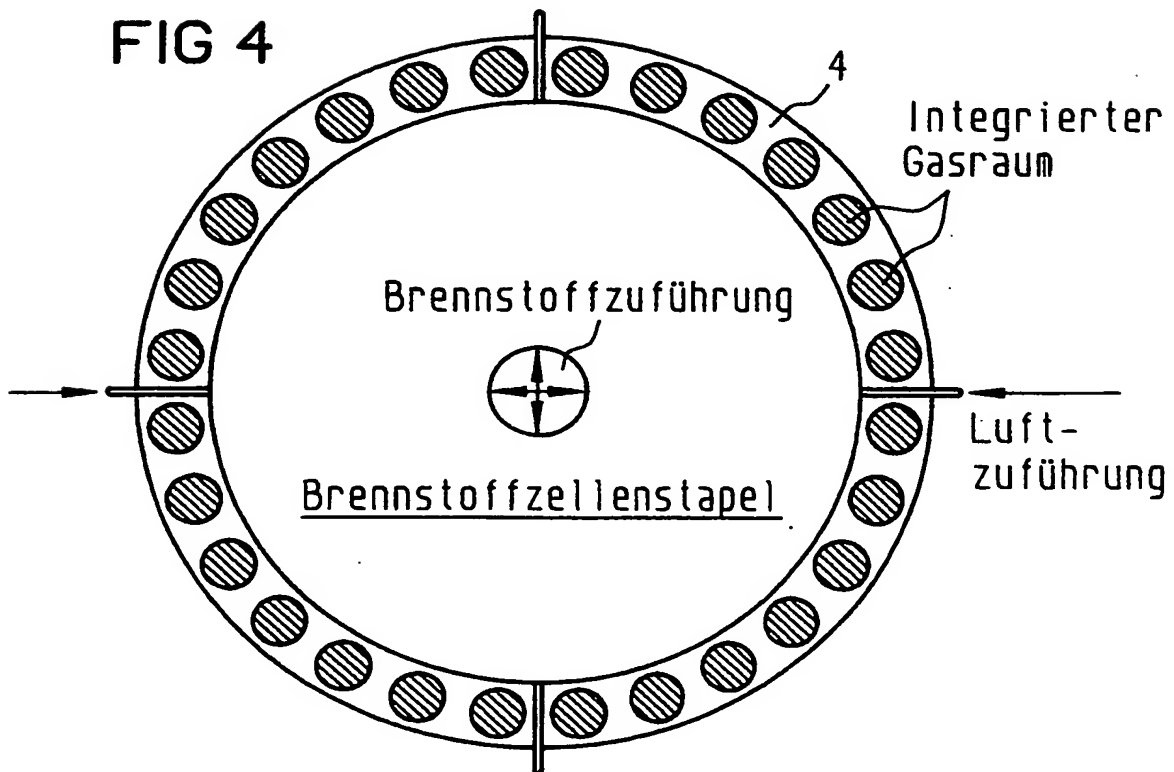


FIG 4



56F

